

« PROCEDE DE FABRICATION DE FILAMENTS DE COUPE DE  
VEGETAUX AYANT DE NOUVELLES PROPRIETES, ET FILAMENTS  
AYANT DE TELLES PROPRIETES »

La présente invention concerne d'une façon générale  
les appareils pour couper la végétation tels que les  
débroussailleuses, coupe-bordures et assimilés, et vise  
plus particulièrement de nouveaux filaments de coupe pour  
5 de tels appareils.

Un filament de coupe est généralement réalisé par  
extrusion/étirage de polyamide, et l'on a connu depuis  
quelques années des évolutions significatives de ces  
filaments : formes adaptées pour réduire le bruit,  
10 améliorer l'efficacité de coupe, etc., fils en plusieurs  
matériaux pour améliorer l'efficacité de coupe, améliorer  
la biodégradabilité, réduire le coût de revient, etc.

Toutefois, tous les filaments connus restent  
réalisés à la base par la même technique  
15 d'extrusion/étirage dans laquelle, à un stade donné du  
processus, ou en plusieurs fois, le filament à une  
température où il présente une viscosité contrôlée est  
assujetti à une traction longitudinale.

Ceci a pour conséquence de donner aux chaînes  
20 moléculaires une orientation moyenne s'étendant dans la  
direction longitudinale du filament, ceci de manière à  
lui donner une résistance élevée à la traction et limiter  
les ruptures au cours du travail.

La présente invention vise à offrir aux filaments  
25 de coupe de nouvelles possibilités d'amélioration  
mécanique basées sur une orientation sélective et  
contrôlée des chaînes moléculaires.

synthétique à chaînes moléculaires allongées, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

(a) amener le filament dans un état de viscosité contrôlée,

5       (b) étirer le filament selon sa longueur pour réaliser une première orientation moléculaire longitudinale,

(c) imposer au filament un changement de section transversale apte à provoquer une réorientation partielle  
10 des chaînes moléculaires dans une direction transversale.

Certains aspects préférés, mais non limitatifs, de ce procédé sont les suivants :

\* le procédé comprend en outre l'étape consistant à :

15       (d) imposer au filament un deuxième changement de section transversale apte à provoquer une deuxième réorientation partielle des chaînes moléculaires dans une direction transversale.

\* le deuxième changement de section transversale  
20 s'effectue dans une direction générale sensiblement identique à celle du premier changement de section transversale.

\* le deuxième changement de section transversale s'effectue dans une direction générale sensiblement  
25 orthogonale à celle du premier changement de section transversale.

\* le deuxième changement de section transversale s'effectue partiellement dans une direction générale sensiblement identique à celle du premier changement de  
30 section transversale et partiellement dans une direction générale sensiblement orthogonale à celle du premier changement de section transversale.

\* le filament présente, avant la mise en œuvre de l'étape (c), une section transversale régulière dont les dimensions dans deux directions orthogonales sont voisines.

5       \* l'étape (c) comprend un aplatissement du filament.

\* l'étape (d) comprend un aplatissement au moins local du filament.

10       \* l'étape (c) comprend un aplatissement localisé et un épaississement localisé du filament.

\* le changement de section transversale, ou au moins le dernier changement de section transversale, du filament est apte à former un filament comprenant un corps et au moins une aile faisant saillie à partir du  
15 corps.

\* le changement de section transversale du filament, ou au moins l'un des changements de section transversale, comprend le passage à force du filament à travers une série de filières de sections progressivement  
20 différentes.

\* le changement de section transversale du filament, ou au moins l'un des changements de section transversale, comprend le passage à force du filament à travers une filière unique à section variable.

25       \* le procédé comprend en outre une étape de sectionnement du filament dont la section a été changée en une pluralité de sous-filaments individuels dans la direction longitudinale du filament.

Selon un deuxième aspect, l'invention propose un  
30 filament de coupe pour un appareil de coupe de végétation tel que débroussailleuse ou coupe-bordures, le filament étant réalisé en un matériau synthétique à chaînes

moléculaires allongées tel qu'un polyamide, caractérisé en ce que, dans au moins une zone de la section transversale du filament, l'orientation des chaînes moléculaires s'écarte d'une orientation longitudinale.

5 Certains aspects préférés, mais non limitatifs, de ce filament sont les suivants :

\* le filament comprend un corps et au moins une aile en saillie à partir du corps, et ladite aile constitue une zone dans laquelle l'orientation des chaînes moléculaires s'écarte d'une orientation longitudinale.

10

\* l'aile présente une section transversale généralement triangulaire.

\* dans le corps du filament, les chaînes moléculaires sont orientées essentiellement dans la direction longitudinale du filament.

15

\* sur l'essentiel de sa section transversale, il existe des chaînes moléculaires orientées longitudinalement et des chaînes moléculaires orientées généralement dans une direction transversale donnée.

20

\* sur l'essentiel de sa section transversale, il existe des chaînes moléculaires orientées longitudinalement, des chaînes moléculaires orientées généralement dans une première direction transversale donnée et des chaînes moléculaires orientées généralement dans une deuxième direction transversale donnée.

25

\* les première et deuxième directions transversales sont essentiellement orthogonales entre elles.

D'autres aspects, buts et avantages de la présente invention apparaîtront mieux à la lecture de la description détaillée suivante de formes de réalisation préférées de celle-ci, donnée à titre d'exemple non

30

limitatif et faite en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 est une vue en perspective d'un filament de coupe selon l'art antérieur,

5 - la figure 2 est une vue en perspective d'un filament de coupe selon un exemple de réalisation de l'invention,

- la figure 3 illustre l'évolution d'un filament en termes de section transversale et d'orientation moléculaire au cours de la mise en œuvre d'un procédé de fabrication selon la présente invention, et

10 - les figures 4 à 6 illustrent trois exemples de mises en œuvre d'un procédé de fabrication selon la présente invention.

15 En référence tout d'abord à la figure 1, on a représenté un filament de coupe 10 pour débroussailleuse, coupe-bordures ou analogue, qui présente en l'espèce une section transversale carrée, ou légèrement en losange aplati. Il est réalisé ici en polyamide 6 (PA6).

20 Ce filament a été fabriqué par un procédé conventionnel d'extrusion/étirage, où le filament, dans un état de viscosité donné (déterminé en pilotant sa température), a subi un étirage longitudinal dans un rapport d'étirage déterminé, de telle sorte que les

25 chaînes moléculaires de polyamide ont adopté majoritairement une orientation 01 dans la direction longitudinale du filament.

Ce procédé conventionnel permet d'obtenir des filaments de coupe qui, du fait de cette orientation

30 moléculaire, présentent une excellente résistance à la traction, et donc au sectionnement lors du travail de coupe des végétaux.

La figure 2 illustre un filament de coupe réalisé selon l'invention. Dans ce filament, on trouve une partie de corps 11 et deux ailes 12, 13 situées latéralement de part et d'autre du corps.

5 Par un procédé tel qu'on va le détailler plus loin, le filament présente :

- dans sa région centrale, principalement au niveau de du corps 11, une orientation moléculaire longitudinale 01, de la même manière que dans le filament 10 de l'art  
10 antérieur montré en figure 1 ;

- dans la région d'au moins l'une de ses ailes (ici l'aile 12 la plus proéminente), une orientation moléculaire 02 qui est majoritairement orientée transversalement à la direction longitudinale du  
15 filament.

Ainsi, grâce à cette double orientation, le filament de coupe présente des propriétés mécaniques améliorées, avec une région de coupe de végétaux dotée d'une orientation moléculaire majoritairement  
20 transversale, donc une meilleure résistance à l'usure par arrachement transversal de la matière du filament, et une région de corps conservant une orientation moléculaire majoritairement longitudinale, pour conserver globalement une bonne résistance à la traction.

25 On observera ici qu'au niveau de l'aile opposée 13, on peut trouver une orientation moléculaire intermédiaire entre les orientations longitudinale et transversale.

On observera également que la partie de travail 12 du filament peut être dotés d'aménagements (dents, revêtement spécifique anti-usure, etc.) destinés à  
30 améliorer les propriétés du filament notamment en matière d'efficacité de coupe.

La figure 3 illustre le comportement du filament au cours de la mise en œuvre d'un procédé selon la présente invention.

Un procédé conventionnel d'extrusion/étirage avec  
5 filière circulaire a permis d'aboutir à un filament de coupe tel qu'illustré dans sa phase 101, avec une section transversale circulaire et une orientation moléculaire majoritairement longitudinale 01.

Grâce à un jeu de filières réalisant une sorte de  
10 malaxage du filament encore à l'état visqueux, on aboutit dans la phase 102 à un filament de section généralement carrée à coins arrondis, où l'orientation moléculaire, bien que restant majoritairement longitudinale, a commencé s'écarter de cette direction. Un nouveau jeu de  
15 filières assure la transformation de la section transversale du filament de sa phase généralement carrée jusqu'à une phase 103 qui est par exemple celle correspondant au produit final de la figure 2.

Au cours de cette opération, et compte-tenu en  
20 particulier de la désorientation commencée à l'étape précédente et de l'épaisseur limitée de l'aile latérale 12 du filament, les chaînes moléculaires dans cette région ont pris une orientation majoritairement transversale 02 résultant du fluage progressif de la  
25 matière du filament vers cette région.

On obtient ainsi un filament correspondant à celui de la figure 2.

On observera ici qu'en lieu et place d'un jeu de  
filières de section constante amenant pas à pas la  
30 section transversale du filament d'une forme à une autre, on peut prévoir des filières de section évolutive pour aboutir essentiellement au même type de résultat.

La figure 4 illustre une première mise en œuvre concrète d'un procédé selon la présente invention.

Le point de départ est un filament 10 de section transversale carrée, obtenu par un procédé classique d'extrusion/étirage, avec par conséquent une orientation moléculaire 01 majoritairement longitudinale.

Ce filament présente par exemple une section de 4,5 x 4,5 mm.

A l'étape 401, ce fil pénètre dans une filière 20 en deux parties 21, 21 réalisées identiquement et dont l'une est la symétrique de l'autre par rapport à un plan horizontal médian.

Ainsi chaque partie de filière possède une surface principale de travail 211 sensiblement plane, au milieu de laquelle est formé un léger renforcement circulaire 212.

L'espacement entre les deux parties 21, 21 est initialement tel que la distance entre les surfaces de travail en vis-à-vis est sensiblement égale à la hauteur du filament 10.

Ces deux parties de la filière sont placées sur la chaîne de fabrication pour se rapprocher progressivement l'une de l'autre, jusqu'à aboutir à la situation correspondant à l'étape 402. Entre les étapes 401 et 402, le filament dans un état de viscosité contrôlée a été comprimé verticalement, provoquant un fluage latéral de sa matière et donc une réorientation transversale partielle (ou oblique) des chaînes moléculaires du polyamide 6. Dans le présent exemple, les dimensions générales du passage défini par la filière à l'étape 402 sont d'environ 1,75 x 8 mm.



La section du filament est ensuite travaillée à nouveau pour passer de la filière illustrée à l'étape 402 jusqu'à une filière 22 telle qu'illustrée en liaison avec l'étape 403, soit par pas, soit de façon progressive dans  
5 une filière à géométrie variable.

La filière 22 comporte ici encore deux parties identiques 23, 23, symétriques par rapport à un plan horizontal médian, avec un renforcement en V aplati 231 sur toute la largeur et, au fond de ce V aplati, un canal  
10 232 plus étroit, à fond semi-circulaire.

Cette forme provoque d'une part à un amincissement des régions latérales du filament vers une forme triangulaire, et d'autre part à un épaississement de sa région centrale (dont les dimensions sont d'environ 4 x  
15 1,75 mm dans le présent exemple).

Ceci a pour effet d'accentuer encore l'orientation transversale O2 donnée aux chaînes moléculaires de polyamide dans les régions latérales du filament. Dans le même temps, on observe que la région centrale du filament  
20 a subi d'une part, de l'étape 401 à l'étape 402, un aplatissement horizontal puis, de l'étape 402 à l'étape 403, un aplatissement en direction verticale, ce qui a pour effet de créer dans cette région un multi-orientation moléculaire propice à la résistance mécanique  
25 du filament non seulement dans sa direction longitudinale mais également dans toutes les directions transversales.

Ceci permet en particulier de réduire, voire de supprimer, les phénomènes d'effilochement du filament de coupe à son extrémité libre.

30 On a illustré sur la figure 5 un deuxième exemple de mise en œuvre du procédé selon l'invention, qui vise à réaliser un filament de coupe ayant le même contour que

dans l'exemple précédent mais avec des propriétés encore améliorées.

Dans cet exemple, les étapes 501 et 502 sont identiques aux étapes 401 et 402 de l'exemple précédent.  
5 A l'issue de l'étape 502, le filament subit une rotation sur  $90^\circ$  avant d'être engagé dans une filière 22 identique à celle décrite en référence à la figure 4, mais dont les deux éléments ont été espacés davantage pour pouvoir recevoir le filament aplati, orienté alors verticalement  
10 (étape 503).

En variante, le filament 10 garde son orientation mais la filière 22 est tournée de  $90^\circ$  par rapport à l'illustration de la figure 5.

Les deux parties de la filière 22 sont alors  
15 progressivement rapprochées (étapes 504 et 505) pour ainsi travailler le filament dans une direction perpendiculaire à celle dans laquelle il a été travaillé entre les étapes 501 et 502. A titre d'exemple, la hauteur totale du filament passe d'environ 8 mm (étape  
20 503) à environ 4 mm (étape 505).

Le filament obtenu à la fin de l'étape 505 présente, en termes de contours, la même forme que celui obtenu à la fin de l'étape 403 de la figure 4, la différence essentielle était le fait qu'il subi un double  
25 amincissement, dans deux directions orthogonales (sachant qu'en variante, on peut prévoir deux directions obliques l'une par rapport à l'autre).

La multi-orientation des molécules de polyamide est ainsi accentuée.

30 La figure 6 illustre une autre forme de réalisation de l'invention, qui utilise une filière 24 à deux

éléments 25 possédant des surfaces planes en vis-à-vis 251.

A l'étape 601, un filament 10 de section généralement carrée est reçu entre les deux parties 25 de la filière 24. Entre les étapes 601 et 602, les deux parties de la filière sont rapprochées, pour aboutir à un filament généralement plat, dont l'épaisseur est par exemple comprise entre 2 et 4 mm, et dont la largeur est typiquement égale à plusieurs fois cette épaisseur. Au cours de cette opération, l'orientation des chaînes moléculaires s'est en partie transformée en une orientation latérale 02, comme illustré à l'étape 602.

A l'étape 603, le filament aplati, après être sorti de la filière 24, est découpé à l'aide de lames appropriées (non représentées) en une pluralité de filaments ayant la même hauteur, mais une largeur réduite. Dans le présent exemple, on obtient à cette étape quatre filaments individuels 10a à 10d, d'une section transversale généralement carrée. Les petites parties terminales 15 et 16 sont mises au rebut ou recyclées.

Dans chaque filament, les chaînes moléculaires présentent une orientation qui n'est plus uniquement longitudinale. On assure ainsi de meilleures propriétés mécaniques, notamment une moindre tendance à l'effilochage, sans dégrader de façon indésirable la résistance à la traction en direction longitudinale.

Selon une variante (non représentée) de cette forme de réalisation, on peut réaliser un premier aplatissement du fil comme à l'étape 602, et un second aplatissement dans une direction orthogonale (dans le même esprit que dans le mode d'exécution de la figure 5), de manière à

accentuer encore la désorientation des chaînes moléculaires de polyamide en effectuant cette désorientation selon une direction supplémentaire.

On notera ici que les filaments de section carrée  
5 obtenus à l'étape 603 peuvent soit être conditionnés pour une commercialisation en l'état, soit subir tous autres traitements, et notamment des traitements de mise en forme (formation de dents de coupe, etc.), de revêtement, etc.

10 Bien entendu, la présente invention n'est nullement limitée aux formes de réalisation décrites ci-dessus et représentées sur les dessins, mais l'homme du métier saura y apporter de nombreuses variantes et modifications.

15 En particulier, on comprend que l'invention peut être combinée par l'homme du métier avec de nombreuses autres améliorations généralement connues dans le domaine des filaments de coupe (filaments de forme particulière et/ou poly-matériaux pour améliorer l'efficacité de  
20 coupe, réduire le bruit e fonctionnement, améliorer la biodégradabilité, éviter les phénomènes de collage, etc.)

REVENDEICATIONS

1. Procédé de fabrication d'un filament de coupe pour  
appareil de coupe de végétation tel que débroussailleuse  
5 ou coupe-bordures, le filament étant réalisé en matériau  
synthétique à chaînes moléculaires allongées, caractérisé  
en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- (a) amener le filament (10) dans un état de  
viscosité contrôlée,
- 10 (b) étirer le filament selon sa longueur pour  
réaliser une première orientation moléculaire  
longitudinale (01),
- (c) imposer au filament un changement de section  
transversale apte à provoquer une réorientation partielle  
15 des chaînes moléculaires dans une direction transversale  
(02).

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce  
qu'il comprend en outre l'étape consistant à :

- 20 (d) imposer au filament un deuxième changement de  
section transversale apte à provoquer une deuxième  
réorientation partielle des chaînes moléculaires dans une  
direction transversale.

25 3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce  
que le deuxième changement de section transversale  
s'effectue dans une direction générale sensiblement  
identique à celle du premier changement de section  
transversale.

30

4. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce  
que le deuxième changement de section transversale

s'effectue dans une direction générale sensiblement orthogonale à celle du premier changement de section transversale.

5 5. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que le deuxième changement de section transversale s'effectue partiellement dans une direction générale sensiblement identique à celle du premier changement de section transversale et partiellement dans une direction  
10 générale sensiblement orthogonale à celle du premier changement de section transversale.

6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le filament présente, avant la mise  
15 en œuvre de l'étape (c), une section transversale régulière dont les dimensions dans deux directions orthogonales sont voisines.

7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce  
20 que l'étape (c) comprend un aplatissement du filament.

8. Procédé selon les revendications 2, 6 et 7 prises en combinaison, caractérisé en ce que l'étape (d) comprend un aplatissement au moins local du filament.

25 9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que l'étape (c) comprend un aplatissement localisé et un épaississement localisé du filament.

30 10. Procédé selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que le changement de section transversale, ou au moins le dernier changement de

section transversale, du filament est apte à former un filament comprenant un corps et au moins une aile faisant saillie à partir du corps.

5 11. Procédé selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que le changement de section transversale du filament, ou au moins l'un des changements de section transversale, comprend le passage à force du filament à travers une série de filières de  
10 sections progressivement différentes.

12. Procédé selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que le changement de section transversale du filament, ou au moins l'un des  
15 changements de section transversale, comprend le passage à force du filament à travers une filière unique à section variable.

13. Procédé selon l'une des revendications 1 à 12, caractérisé en ce qu'il comprend en outre une étape de  
20 sectionnement du filament dont la section a été changée en une pluralité de sous-filaments individuels dans la direction longitudinale du filament.

25 14. Filament de coupe (10) pour un appareil de coupe de végétation tel que débroussailleuse ou coupe-bordures, le filament étant réalisé en un matériau synthétique à chaînes moléculaires allongées tel qu'un polyamide, caractérisé en ce que, dans au moins une zone de la  
30 section transversale du filament, l'orientation (02) des chaînes moléculaires s'écarte d'une orientation longitudinale (01).

15. Filament de coupe selon la revendication 14, caractérisé en ce qu'il comprend un corps (11) et au moins une aile (12, 13) en saillie à partir du corps, et  
5 en ce que ladite aile constitue une zone dans laquelle l'orientation des chaînes moléculaires s'écarte d'une orientation longitudinale.

16. Filament selon la revendication 15, caractérisé en  
10 ce que l'aile (12, 13) présente une section transversale généralement triangulaire.

17. Filament de coupe selon la revendication 15 ou 16, caractérisé en ce que, dans le corps (11) du filament,  
15 les chaînes moléculaires sont orientées essentiellement dans la direction longitudinale (01) du filament.

18. Filament de coupe selon la revendication 14, caractérisé en ce que sur l'essentiel de sa section  
20 transversale, il existe des chaînes moléculaires orientées longitudinalement et des chaînes moléculaires orientées généralement dans une direction transversale donnée.

25 19. Filament de coupe selon la revendication 14, caractérisé en ce que sur l'essentiel de sa section transversale, il existe des chaînes moléculaires orientées longitudinalement, des chaînes moléculaires orientées généralement dans une première direction  
30 transversale donnée et des chaînes moléculaires orientées généralement dans une deuxième direction transversale donnée.



20. Filament selon la revendication 19, caractérisé en ce que les première et deuxième directions transversales sont essentiellement orthogonales entre elles.

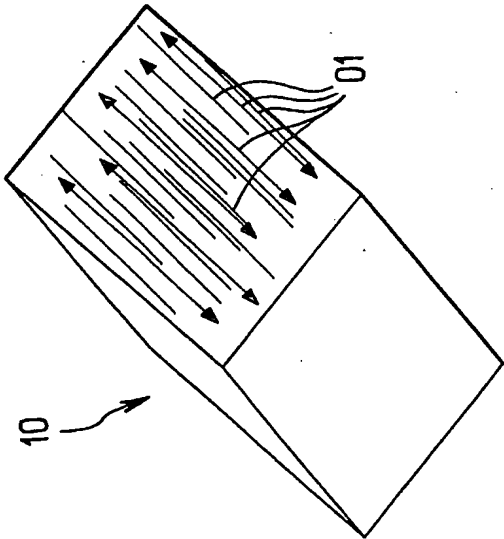


FIG.1

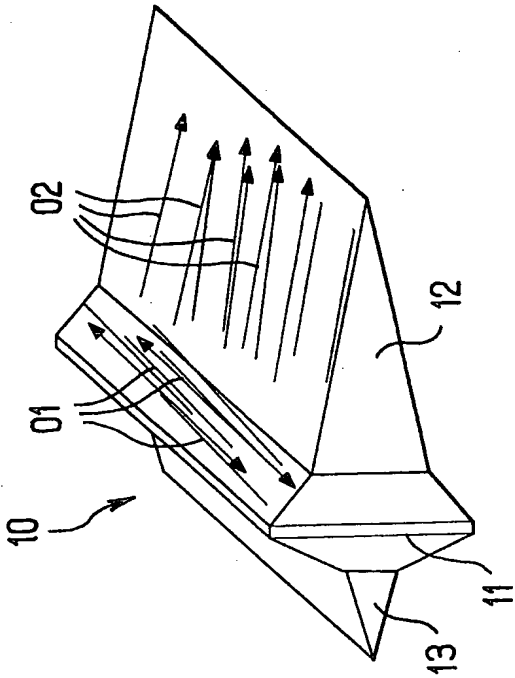
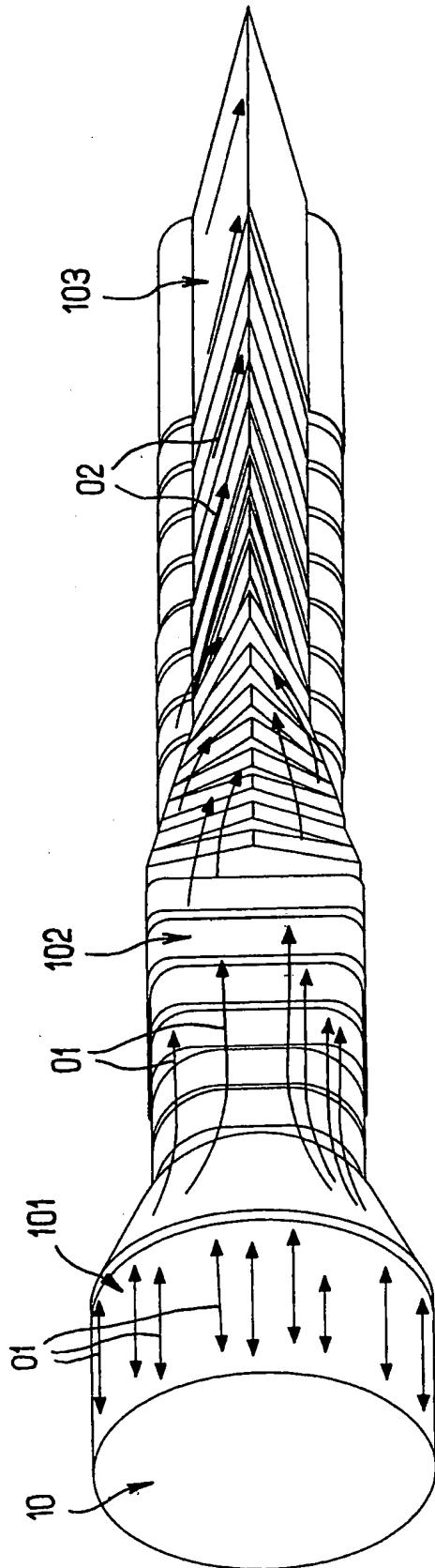


FIG.2

2 / 3



FEUILLE DE REMPLACEMENT (REGLE 26)

FIG.3

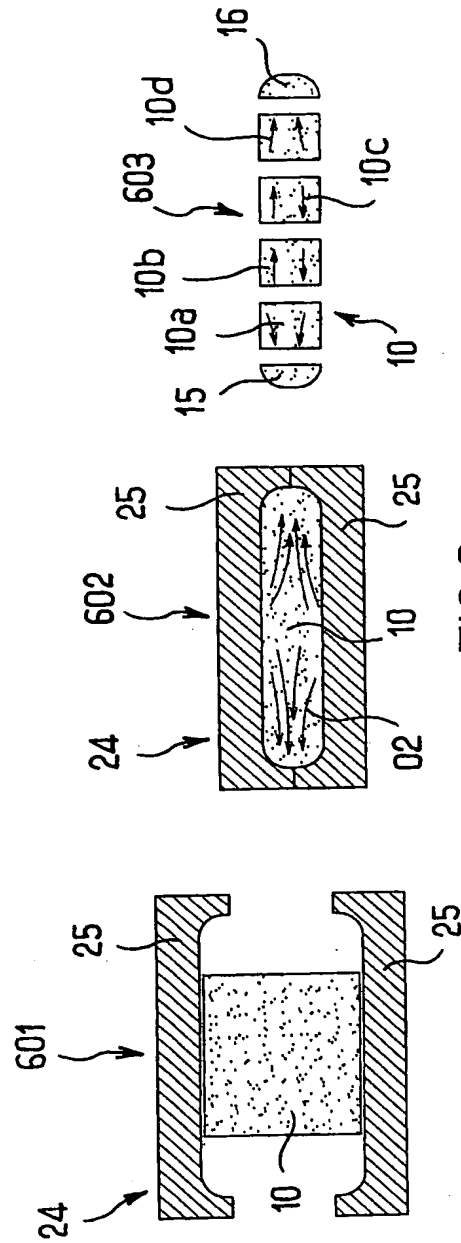


FIG.6

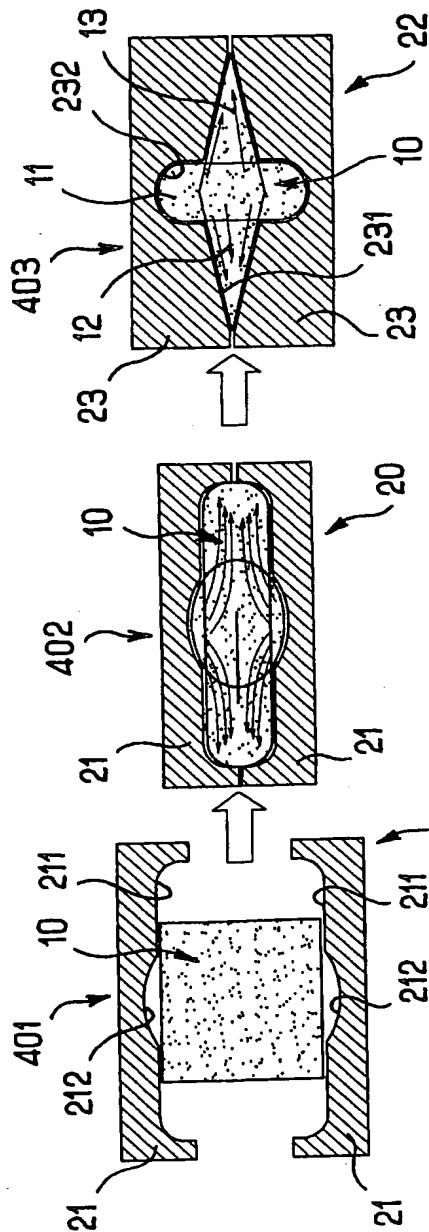


FIG. 4

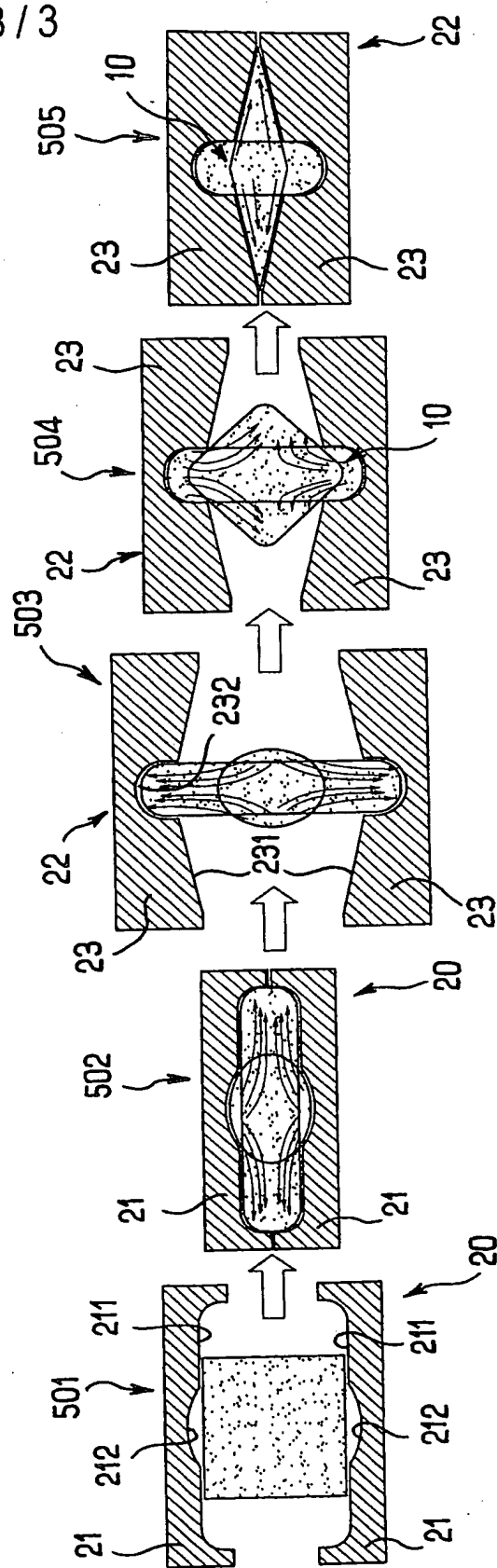


FIG. 5